

RARE-EARTH PERMANENT-MAGNETIC DOUBLE-STATOR SYNCHRONOUS MOTOR WITH CUP TYPE ROTOR

Patent number: CN1050954
Publication date: 1991-04-24
Inventor: ZHENLIAN ZHU (CN)
Applicant: NANJING AERONAUTICAL ENG (CN)
Classification:
- international: H02K16/04; H02K16/00; (IPC1-7): H02K16/04
- european:
Application number: CN19890102454 19891007
Priority number(s): CN19890102454 19891007

[Report a data error here](#)

Abstract of CN1050954

For the syncmotor with rare-earth permanent-magnet cup rotor and double stator, radial corrugated permanent-magnet cup rotor and radial internal and external double stators are adopted, so permanent-magnet material is utilized fully, cup rotor can be very thin, square-wave is formed easy, and internal and external stators are the same as conventional motor. Advantages are small volume, light weight small rotational inertia, large power, simple structure and technique. The reaction of armature is small, it is suitable in the field of air-space, numerical controlled machine tool, system of flexible machine and automatical control system.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

<http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=CN1050954&F=0>

1/31/2006

〔19〕中华人民共和国专利局

[11]公开号 CN 1050954A



〔12〕发明专利申请公开说明书

〔21〕申请号 89102454.9

〔51〕Int. Cl.⁴

H02K 16/04

〔43〕公开日 1991年4月24日

〔22〕申请日 89.10.7

〔71〕申请人 南京航空学院

地址 210016 江苏省南京市御道街29号

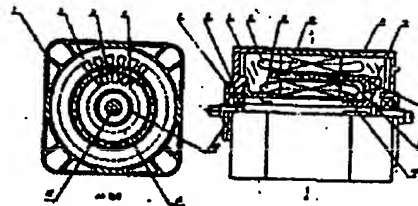
〔72〕发明人 朱震霆

说明书页数: 3 附图页数: 1

〔54〕发明名称 稀土永磁杯形转子双定子同步电机

〔57〕摘要

一种稀土永磁杯形转子双定子同步电机,由于采用径向瓦状永磁杯形转子和径向内、外双定子结构,永磁材料能充分利用,杯形转子可做得很薄,易做成方波,内、外定子与普通电机相同。具有体积小,重量轻,转动惯量小,功率大,电枢反应小,结构及工艺简单等优点。在航空航天,数控机床,柔性加工系统,自动控制系统,机器人等工业领域中将得到广泛应用。



<44>

(BJ)第1456号

权 利 要 求 书

1. 一种稀土永磁杯形转子双定子同步电机, 由机壳(1)、外定子铁芯(2)、永磁体(3)、内定子铁芯(4)、轴承盖(5)、轴承(6)、端盖(7)、外定子绕组(8)、内定子绕组(9)、前端盖(11)、风扇(12)、转子(13)和转轴(17)所构成, 其特征在于转子(13)采用径向瓦状永磁杯形结构和径向内、外双定子结构。
2. 根据权利要求1所述的稀土永磁杯形转子双定子同步电机, 其特征在于转子(13)由瓦状稀土等高性能永磁磁钢(3)和非磁性支架(16)及转轴(17)组合成多极杯形转子。
3. 根据权利要求1或2所述的稀土永磁杯形转子双定子同步电机, 其特征在于支架(16)及套筒(18)与转轴(17)之间有通风道, 固定外定子铁芯的方型机壳中的四角及左右端盖设有相应通风孔, 构成电机的风路系统或构成其他冷却方式的冷却系统。

说明书

稀土永磁杯形转子双定子同步电机

本发明的稀土永磁杯形转子双定子同步电机属电学领域。

目前，在电机制造领域，已经广泛地采用稀土永磁材料来制造电机。在同步电机中，按永磁体磁化方向和安装型式不同，有切向、径向和轴向三种结构。切向结构永磁电机的转子有磁场密集作用，气隙磁密较高，但漏磁较大，交轴电枢反应大，转子工艺复杂，一般做成单定子结构。这种结构的同步电机的永磁体和电机的体积不能得到充分的利用，因此，体积和重量无法进一步减小，尤其要求做成特低惯量的永磁电机时难以达到其要求，应用受到限制。轴向结构的永磁电机的定子可以做成双定子结构，其永磁体构成的转子为饼式，这种结构的电机虽然使永磁体能得到充分利用，但它存在以下几个缺点：（1）轴向结构的饼式转子，横向直径大，不易满足特低惯量要求；（2）双定子铁芯为卷式，开槽不方便，加工困难，工艺复杂；（3）转子磁极面与转轴安装垂直度要求高，否则易摆动。（4）由于定子绕组辐向放置，齿与轭部磁密不均匀，导磁材料未得到充分利用；且定子绕组内外端部分布也不均匀，内端部冷却困难。

鉴于上述已有技术中存在的问题，本发明的任务是设计一种能充分利用其永磁材料，电机体积小，电枢反应和转动惯量小以及加工方便，结构简单的永磁双定子同步电机。

本发明的技术解决方案是采用径向瓦状永磁杯形转子和径向内、外定子结构。其转子是由瓦状永磁磁钢和非磁性支架及转轴组合而成的多级杯形转子，径向内、外定子与普通电机相同。

下面结合附图来说明本发明的具体结构及要求。

附图1是本发明稀土永磁杯形转子双定子同步电机一种具体结

构形式示意图。即为法兰固定全封式风冷结构，当然也可做成开启式，外型可做成圆筒式、带底脚式风冷，或自冷式或其他水冷，油冷或喷油冷却等结构形式。以附图 1 为例，它由机壳（1）、外定子铁芯（2）、永磁体（3，10）、内定子铁芯（4）、轴承盖（5）、轴承（6）、端盖（7）、外定子绕组（8）、内定子绕组（9）、前端盖（11）、风扇（12）、转子（13）等所构成。其转子（13）由瓦状永磁磁钢（3）、非磁性支架（16）和转轴（17）组成多级杯形转子。瓦状永磁体（3）可用钕钴、钕铁硼等其他高性能永磁材料制成整块瓦状或拼块构成。转子支架（16）由强度较高的非磁性材料制成整式或组合式。合理地选择永磁磁钢（3）的宽度、长度、厚度及非磁性支架（16），可获得所需要的波形（如方形波、正弦波、梯形波等）和满足转子强度要求。为了可靠，转子磁钢的内、外圆周可分别设置衬套（15）和保护套环（14）。设置衬套（15）的目的是为了便于磁钢（3）的安装和定位。设置保护套环（14）是用来保护转子，防止转子旋转时因离心力而损坏转子，尤其是对高速电机是不可少的。杯形转子（13）可单端固定在转轴上，也可一端固定在转轴上，另一端通过轴承固定在内定子（4）的套筒（18）上，以提高转子的强度。附图 1 所示的是前者，且在转子上安装有风扇，其支架上（16）及套筒（18）与转轴（17）之间有通风道。固定外定子铁芯的方型机壳中，四角也有通风道，左右端盖也设有相应的通风孔，在电机中构成良好的风路系统。若用其他冷却方式时，也便于构成相应的冷却系统。

内、外定子的电枢铁芯均可用硅钢冲压而成。结构及工艺均简单。槽中放置定子绕组，绕组可为迭绕组或波绕组，整数槽或分数槽绕组，单层或多层绕组，整距或短距的单相或三相或多相绕组，

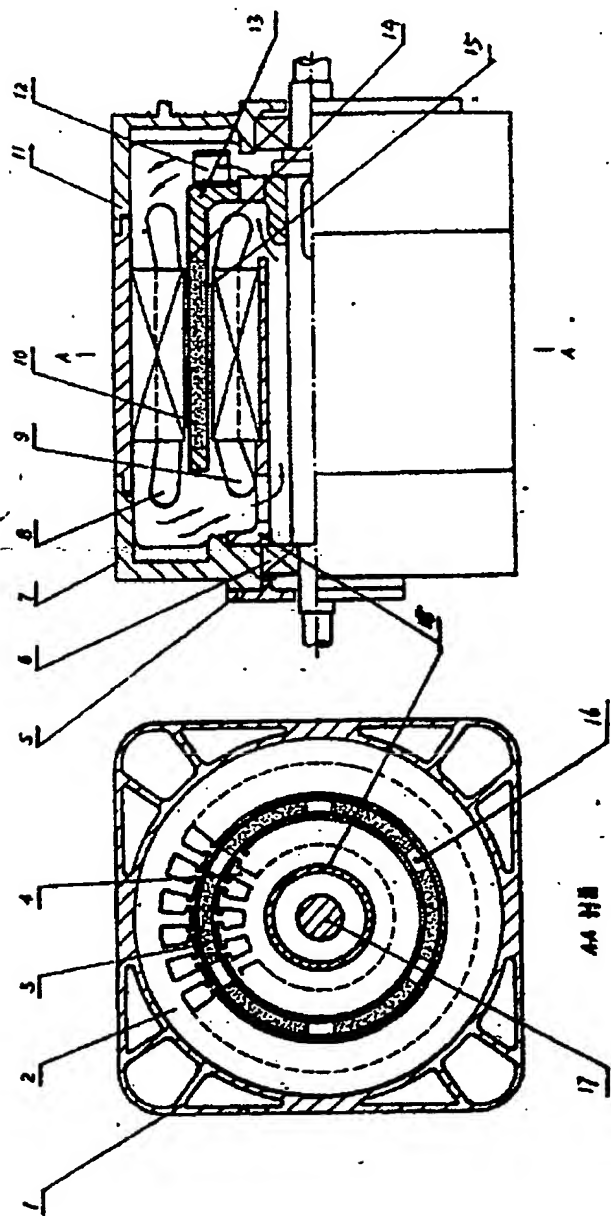
内、外定子绕组轴线间的夹角可任意选择，一般互相重合。绕组端部分布均匀，散热好。

本发明与已有的同步电机相比具有以下优点：

1. 转子由高性能的稀土永磁材料磁钢制成杯形，可做得很薄，其转动惯量很小，这是现有其它同步电机无法比的；
2. 与单定子永磁同步电机相比，在同样的用材和体积重量下，永磁双定子杯形转子同步电机的出力要提高30%以上；
3. 杯形转子双定子同步电机易做成方波，在用材相同的情况下，方波电机又比正弦波电机出力提高10%；
4. 杯形转子瓦状磁钢的导磁系数 μ_r 与空气导磁系数 μ_0 相近，电机的等效气隙很大，电枢反应很小，为普通电机电枢反应的20~30%左右，且 $X_{q\sigma} \approx X_{d\sigma}$ ，电机的电气性能比已有的永磁电机性能好。
5. 当作无刷直流电动机使用时，方波电机无转矩脉动，作无换向的直流发电机使用时，方波电机通过桥式二极管整流得到很平稳的直流电源，使滤波装置简化；
6. 内、外定子结构与普通电机相同，结构和工艺均简单。

鉴于本发明的永磁杯形转子双定子同步电机具有以上优点，将在航空航天、数控机床加工中心、柔性加工系统、自动控制系统、机器人等工业领域中得到广泛应用。

说明书附图



[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.CI⁶

H02K 57/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96118085.4

[43]公开日 1997年10月1日

[11] 公开号 CN 1160945A

[22]申请日 96.4.1

[71]申请人 史 玲

地址 410002湖南省长沙市上黎家坡白鹤巷3号

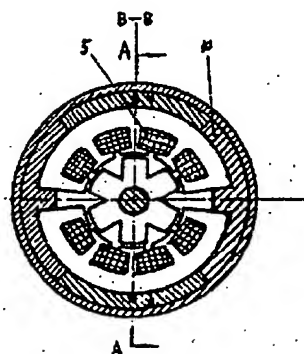
[72]发明人 叶中午 史 玲

权利要求书 4 页 说明书 18 页 附图页数 6 页

[54]发明名称 自换极式直流电机自换极式单相交流和交直流两用电动机

[57]摘要

本发明是具有直流电动机或发电机特性的电机方面的发明。它包括数种新型的直流电机,以及现有的单相交流换向器电动机和交直流两用电动机的取代型。按其结构形式,有单段、二段与三段式之分,按励磁方式有电磁式与永磁式之别,按工作电源有交流与直流两种。属自换极原理,均无任何换向装置,因而无换向装置所引来的种种缺点;且结构简单,成本低,有比现有的交、直流电机及无刷直流电动机之全部优点更佳之优点,而无其缺点;它品种多,容量覆盖面宽,用途非常广泛。



(BJ)第 1456 号

权 利 要 求 书

1、由定子和转子两大主要部分组成的自换极式直流电机及自换极式单相交流和交直流两用电动机，它们的特征在于按其结构型式可分为单段式，二段式及三段式几种型式，其中的单段式电机又可分为下述3种型式：型式①，其定子铁心由与其极数相等而形状完全相同的数个弧片形或近似弧片形铁心所组成，该类铁心系沿一园周而两两以其端面相对应且相对应的两端面间以相分离之状来排布，且均紧固在非导磁机壳内腔上，在各相分离处均填装着励磁磁钢，该类磁钢均以极面对应与之紧贴的铁心之端面，各磁钢的极性排布沿顺或反时针方向看是依次按正——反——正——反——……之循环变化排布的；型式②，其定子铁心由与其极数相等而形状完全相同的数个弧片形或近似弧形片铁心所组成，该类铁心系沿一园周而两两以其端面相对应且相对应的两端面间以相分离之状来排布，各弧片形铁心紧贴在各自的励磁磁钢之极面上，而各励磁磁钢另一极面又均紧贴在导磁体机壳内腔上，相邻铁心上的磁钢的极性排布是相反的；型式③，其定子铁心由与其极数相等而形状完全相同的数个凸极式弧片形铁心所组成，该类铁心系沿一园周而两两以其端面相对应且相对应的两端面间以相分离之状来排布，且各铁心以其极身之一端面紧贴在导磁体机壳之内腔上，或者上述凸极式弧片形铁心按上述方式来排布，且与环形磁轭做为一体，称之为凸极式定子铁心，安装或绕在相邻铁心之极身上的励磁线圈所产生的磁极极性是互为反向的；上述各式定子结构中，其相邻弧片形铁心之槽内嵌放的，或排布在无槽弧片形铁心之平滑内弧面上的电枢线圈有效边上，通电时

流过的电流之方向是相反向的；上述各式单段式电机均采用星形转子；该转子系星形铁心紧固在非导磁转轴上，或星形铁心紧固在非磁性套管上，而套管又紧固在导磁金属转轴上而成；又其中的二段式与三段式电机有如下型式：型式①，其定子铁心沿轴向被分成二段的称二段式电机，被分成三段的称为三段式电机，但无论定子铁心被分为二段或三段，其各段定子铁心之间是相分离的，且均紧固在导磁体机壳内腔上，各段铁心的形状完全相同，均为近似环形，该环形之内孔由长弧面与短弧面连贯而成，是按长弧面——短弧面——长弧面——短弧面——……之循环规律来排布且衔接的，各长弧面的弧长均相等，各短弧面的弧长亦均相等，而电机之极数则等于 2 倍于长弧面之个数或者 2 倍于短弧面之个数，对于二段式其左段定子铁心上之长弧面和短弧面分别与右段定子铁心上之短弧面和长弧面呈轴向对应，对于三段式，则中段定子铁心之长弧面和短弧面分别与左和右段定子铁心上之短弧面和长弧面呈轴向对应，嵌放在长弧面所在部分铁心槽内，或排布在无槽铁心平滑长弧面上的电枢线圈有效边上与嵌放在短弧面所在部分铁心槽内，或排布在无槽铁心平滑短弧面上的电枢线圈有效边上，通电后流过的电流之方向是相反的；三段式电机还有型式②，其定子铁心沿轴向被分成三段，各段定子铁心均是形状完全相同的弧片形铁心，其中段定子铁心和左、右段定子铁心分别安装在其机壳内腔之上、下不同的两方，且通过导磁柱将该三段铁心紧固连成一体，绕在各段铁心上的各个电枢线圈均以正向串联方式连接；上述二段式和三段式电机，其星形转子铁心亦沿轴向被分成二段和三段，转子装入电机后，转子铁心各段与定子铁心相应段沿轴向呈一一对正状，对于二段式电机之型式①，其转子结构之一为，其转子铁心被分成左、右两段，各段均采用整体

式星形铁心，两段之间由环形励磁磁钢，导磁环所分隔，且均紧固在非导磁转轴上；之二为，各段均由星形铁磁材料或硅钢冲片迭成，且通过迭片之内孔，压装在磁轭上，两段铁心之间仍用环形励磁磁钢及导磁环分隔，且各自通过其磁轭均紧固在非导磁转轴上；之三为，各段均由星形铁磁材料或硅钢冲片迭成，各段通过其孔以相离状压装在同一转子磁轭上，而磁轭又紧固在非导磁转轴上或通过非磁性套管紧固在导磁金属转轴上，对于三段式电机之型式①，其转子结构之一为，其转子铁心被分成左、中、右三段，各段均采用整体式星形铁心，各段之间均由环形励磁磁钢，导磁环所分隔，且均紧固在非导磁转轴上；之二为，各段均由星形铁磁材料或硅钢冲片迭成，且通过迭片之内孔，压装在磁轭上，各段之间仍用环形励磁磁钢及导磁环分隔，且各自通过其磁轭均紧固在非导磁转轴上，上述三段式电机分布在各段转子铁心之间的励磁磁钢之极性均沿轴向排布，且互为反向，二段式电机转子上的励磁磁钢之极性系沿轴向排布；对于三段式电机之型式②，其转子结构为，其转子铁心亦沿轴向被分成为左、中、右三段，各段铁心均由条形励磁磁钢，转子磁轭，或还有软铁极靴拼装而成，各段转子铁心之间均由导磁环相分隔，且均紧固在非导磁转轴上，其励磁磁钢在左、右段转子铁心中的极性排布与中段是相反的，即若左与右段铁心上之磁钢以 N 极面对其磁轭，S 极面对其极靴，中段则反之，反之亦然。

2、根据权利要求 1 所述的电机，它的特征是：其单段式电机之型式①为一 2 极永磁式直流电机，采用条形磁钢励磁；之型式②亦为一 2 极永磁式直流电机，系由铝或铜制嵌件将其上、下弧片形铁心在其相互对应的端面处进行分隔并定位，且采用瓦片

形磁钢励磁；之型式③为一2极电磁式电机，采用凸极式定子铁心。

3、根据权利要求1所述的电机，它的特征是：其单段式电机之型式①均采用条形磁钢励磁，之型式②均采用瓦片形磁钢励磁。

4、根据权利要求1所述的电机，它的特征是：其二段式电机中的左、右两段定子铁心的厚度相等，左、右两段转子的铁心厚度亦相等，其三段式电机中的左、右两段定子铁心的厚度相等，中段定子铁心的厚度则为左或右段铁心厚度的2倍，其左、中、右段转子铁心之厚度分布亦同上所述。

5、根据权利要求1或4所述的电机，它的特征是：其二段式电机之型式①为一4极永磁式直流电机，其转子采用该二段式电机的转子结构之一或之二的型式；或者其二段式电机之型式①为一4极电磁式电机，其转子采用该二段式电机的转子结构之三的型式，且采用环形励磁线圈励磁。

6、根据权利要求1或2或4所述的电机，它的特征是：其转子具有拼装式转子磁心或分层移位式星形转子铁心。

7、根据权利要求1或2至5中之任一所述的电机，它的特征是：其星形转子铁心之齿部采用T形或梯形或倒梯形齿。

8、根据权利要求1所述的电机，它的特征是：其定子铁心由带有齿槽的铁磁材料或硅钢冲片迭成。

说 明 书

自换极式直流电机 自换极式单相交流和交直流两用电动机

本发明是具有公知的直流电动机或发电机特性的电机方面的发明。它包括数种无任何换向装置的新型直流电机及现有的单相交流换向器电动机和交直流两用电动机的取代型。

现有的交流电动机应用广泛，优点众多，但调速困难。其单相感应电动机由于起动和运行性能欠佳，故容量覆盖面亦不宽。现有的一般直流电动[或发电]机比起交流电动[或发电]机来构造较复杂，成本较高，运行维护也比较困难，使其应用受到限制；但是直流电动机有优良的调速特性，过载能力大，能快速起动、制动和逆向运转，其在许多场合仍有着不可取代的地位，尤其在一切型式的小容量[功率]电动机中它的效率最高，性能最为优良，其应用日趋广泛。现有的一般直流电机和交流电机一样都具备定子及转子两个基本组成部分，除此之外它还多了一套有接触的机械换向装置，从而引来了诸如电刷火花、无线电干扰、大的噪声，电刷易磨损，需要维护等缺点，而寿命亦短。

近几十年来，针对一般直流电动机的上述诸多缺点，已发展了一种新型的无刷直流电动机。其以电子换向装置代替了一般直流电动机的机械换向装置，因而保持了一般直流电动机的优点而避免了上述诸多缺点。但该电动机结构仍较复杂，体积大、成本高，低速时转速均匀性差，其过载能力受到电子换流能力的限制，且机械特性较一般直流电动机差。

至于现有的单相交流换向器[或交直流两用]电动机是指具有换向器的交流[或交直流两用]电动机。它和一般电磁式直流电动机结构相似，定子由凸极铁心和励磁绕组组成，转子由隐极铁心，

电枢绕组、换向器和转轴组成。一般为串励式。它的突出优点是外形尺寸小，重量轻，由于它亦有一套有接触的机械换向装置，因而亦具有一般直流电动机所存在的种种缺点；此外它的转子铁心槽内绕有电枢绕组，使其电气和机械的平衡性欠佳；凡此种种，限制了其转速的提高，造成了体积，重量改善的困难。

本发明的目的是提供一类结构简单，运行可靠，成本低，效率高，寿命长，调速特性和机械特性好，过载能力强，可逆转，低噪声，无换向火花和无线电干扰，容量覆盖面宽，用途广的无任何换向装置的新型直流电动机和性能同样优异的新型直流发电机；还提供一类具有上类优点，且转速可达极高，调速范围极宽，振动很小，体积很小，重量很轻的新型单相交流和交直流两用电动机。

下面对能够达到该目的之技术方案，结合附图1、2、3、4、5、6——说明。

附图1所示乃是一种2极自换极式永磁直流电动机[也可作发电机]的结构原理图。该电动机由定子转子和定、转子之间的间隙——气隙，以及支撑结构件[本例及下述各例(实施例除外)均省略未画]等组成。图1中的上弧片形铁心[2]和下弧片形铁心[3]均紧固在非导磁体机壳[1]的内腔表面上，其对应的端面[该处端面是指铁心迭片厚度方向，(斜槽后即为接近厚度方向)的平面形端面，以后所述定子铁心端面均同]是相互分离的，条形励磁磁钢[5]正好装填在该分离处，其两极面与上、下铁心之端面相对应且相互紧贴。磁钢[5]处之N、S表示其两不同极性[其它附图中的表示亦同]，该磁钢宜采用高剩磁密度的永磁材料。上铁心[2]与

下铁心 [3] 的形状是完全相同的, 它们均由铁磁材料 [如硅钢片] 冲制成带有齿槽 [采用交流电动机通用的槽形, 其他定子冲片槽形亦同] 的弧片形冲片之后迭成。该上, 下铁心共同构成该电动机的定子铁心。电枢线圈 [4] 嵌放在上、下铁心 [2]、[3] 的相应槽内, 由数个线圈组成一分布绕组。由图 1 可见该绕组的布置及连接方式。这种绕组各线圈所跨槽数不等, 按从左至右顺序 [也可按其他顺序], 将第 1 个线圈的尾端 [图 1 中箭头尖所示, 其它图中所示均同], 连接第 2 个线圈的首端 [图 1 中箭头尾所示, 其他图中所示均同], 再将第 2 个线圈的尾端连接第 3 个线圈的首端……, 依次正向串联即可, 是为同心式链式绕组。该电动机的电枢绕组还可按图 2 所示那样布置, 这种绕组的各线圈所跨铁心的槽数相等, 一个线圈迭放在另一个线圈之上, 称之为等节距迭式绕组; 其各个线圈的连接顺序亦同, 同心式链式绕组一样为正向串联。上述两种绕组形式其效果完全相同。该电动机定子绕组还有单层绕组及多层绕组之分, 上述绕组为单层绕组, 多层绕组一般系指双层绕组; 主要应用于中型以上电机。该电动机也可采用双层绕组, 即在其铁心的每个线槽中分上、下层嵌放两条线圈边, 为使各线圈分布对称, 安排嵌线时某个线圈的一条边如在上层, 另一条线圈边则一定在下层。如图 3 所示, 其线圈 [1] 和线圈 [2] 就是这样排布的; 图 3 中还有若干线圈也是如此排布, 省略未画; 该类线圈可按某一顺序串连, 亦可串连成两条效果相同的支路, 然后并联, 无论串联或并联最终应使所有处于定子上方的线圈边与线圈 [1] 与 [2] 的上边所流过的电流方向均相同, 而处于下方的线圈边则与线圈 [1] 与 [2] 的下边所流过的电流方向均相同。[据此还可按需要组成较多的并联支路, 但应使各支路有相同的效果]。

上述串联和并联电路的区别是串联电势2倍于并联电势，并联电流2倍于串联电流。而串联输入，输出功率与并联的基本相同。上述各式绕组可根据需要选择，而绕组中各线圈的匝数一般取相同，但也可取不同。[6]为星形转子铁心，一般由铁磁材料[如硅钢片]冲制成冲片之后迭成[也可由导磁材料制成整体式的]；[7]为转轴，它可用非导磁材料制成或者用导磁金属制成后再外装非磁性套管[其它转轴亦同]；将星形转子铁心[6]紧固在转轴[7]上即构成一转子。

由图1可知，处于该电动机上方的转子齿始终呈N极性，下方的则相反呈S极性，因此当该电动机接上直流电源后，电流流入电枢绕组[绕组中流过的电流方向始终不变]产生磁势，该磁势与转子铁心磁化后产生的磁场相互作用而产生顺着单一方向[图1中箭头所指为顺时针方向，其它图中表示亦同]的转矩。当该电动机带动负载转动后便在绕组中产生反电势，而吸收一定的电功率，并通过转子输出一定的机械功率，从而能实现将电能转换成机械能的过程。又从图1可以推断如下，设转子初始位置如图1所示，后即沿顺时针方向旋转，当转子齿a由图1所示位置随转子转至图1所示齿b的位置时，该齿a的磁极极性即由N极变成为S极；与此同时转子齿c转至齿d所处的原位置，它则由S极变成为N极；此时其它齿极性不变，而齿a、齿c则完成了一个自换极过程。该电动机[也即本发明所包括的各种电机]与现有直流电动机的本质区别就在于该电动机在运行中存在一个自换极过程，而现有直流电动机在运行中均有一个自换流过程。而凡直流类电机在运行中存在上述两过程之一，即能定向旋转。另外该电动机对于气隙

的要求与现有一般电动机相同。该电动机只要改变外电电压的极性，即可改变转向；其起动，调速与制动的方法与现有直流电动机相同。该电动机亦可作直流发电机使用，只要原动机拖动其转子，以恒速定向旋转，则通过其电枢绕组出线端便可向负载输出直流电流。该电机既具有现有直流电机的一切优点，由于没有任何换向装置，因此没有由换向装置给现有直流电机所引来的种种缺点，且没有换向装置所带来的损耗、效率较现有直流电机高；而发热的电枢绕组装在外面的定子上，这样，热阻较小，散热也容易；其结构简单，运行可靠，成本低，寿命长，适合多种用途。再者，由于其转子结构简单、机械强度高，高速时动平衡性能好，尤宜于做成高速电机。

附图4所示为-2极自换极电磁式直流电动机结构原理图。其工作原理与图1所示电机相似[后面所述各种结构的电机其工作原理亦同]，不同之处仅在于本例是电励磁的，而上例是磁钢励磁的。图4中的[1]是磁轭[或导磁机壳]，[2]为凸极式上弧片形定子铁心，该电动机定子铁心由两个形状完全相同的上、下凸极式弧片形定子铁心构成；该两个上、下凸极式定子铁心是以其端面呈互相对应且相分离的状态紧贴在磁轭[1]的内腔表面上的，它们均由铁磁材料[如硅钢片]冲制成带有齿槽的冲片之后迭成。电枢线圈[4][共数个]嵌放在定子铁心槽内[关于该绕组的布置及连接方式同上例，以后各例亦同]，励磁绕组[3]为集中绕组安装在定子铁心极身上，星形转子铁心[5]紧固在非导磁转轴[6]上[有关转子的情况同上例，下同]。该电动机励磁绕组的连接方式同现有一般直流电动机，有它励、并励、串励及复励几种励磁方式。此外该电动机同上例一样亦可做成发电机。参照现有的交流换向器

电动机的有关要求, 该电动机还可做成没有任何换向装置的具有直流电动机特性的交流电动机, 特别是应用较广的单相交流串励电动机, 如果在其交流励磁绕组的出线端串上增加的匝数, 则就成为交直流两用电动机。由于该电机与上例电机的结构形式基本相同, 因而它也具备上例电机那样的优点, 且适合做成各种容量的电机。至于该单相交流电动机, 由于它能做到比现有交流换向器电动机更高的转速因而在容量相同的条件下, 两者相比前者外形小、重量轻。

图5所示亦是一种2极自换极电磁式直流电机或单相交流或交直流两用电动机的结构原理图。图中只画出了其对称的上半部, 它和图4所示电机不同之处仅在于其定子铁心虽仍分为上、下弧片形定子铁心两个部分, 但它是双凸极式[如果电机容量大还可做成3凸极式及以上的]且相应地增加了励磁绕组的个数[在该励磁绕组及定子极身处置换成励磁磁钢也可, 即变电磁式为永磁式, 图4亦同]。采用该种结构的电机能使磁场在定子铁心上分布更趋均匀, 还可缩小其外形尺寸。

图6所示乃是一种4极自换极式永磁直流电动机的结构原理图。如果将其励磁磁钢置换成励磁绕组, 则可改成电磁式直流电动机, 同上述各例一样, 亦可做成直流发电机。图6表示该电机结构呈水平对称之上半部, 图中[1]为磁轭[或导磁体机壳], [2]为瓦片形定子铁心, 共4块其形状完全相同, 均由铁磁材料[如硅钢片]冲制成带有槽形的冲片之后迭成, 它们是沿圆周而两两以其端面相对应且相互分离一定的距离来排布的, 且各自紧贴在一块瓦片形励磁磁钢[3]上[当然也可采用条形磁钢, 此时与磁钢极面相接

触的导磁体亦应与之适应而要紧贴，下同]。该磁钢宜采用高矫顽力永磁材料。[4]为电枢线圈，共数个，其布置及连接方式前面已述，[5]为紧固在非导磁转轴[6]上的星形转子铁心，[5]和[6]即构成转子。该电机磁路系统对提高气隙磁密有利，且电枢反映对磁钢无影响。该电机结构还可参照图1作如下变动，①将瓦片形磁钢去掉。②将全部瓦片形定子铁心以其端面间呈互相分离状态紧贴的非导磁机壳内腔表面上。③在两块瓦片形定子铁心相对应的端面之间的间隙处填装上条形磁钢，使转子铁心齿部被磁化后产生的磁极极性同未变动前。该变动后的结构较未变动的结构简单，但无集中磁通的作用，故气隙磁密较后者低。若想使该电机的气隙磁阻变化减小，最好选用齿数较多的星形转子，同时也可以使转子或定子铁心迭装成有一角度的斜槽形式。上述办法对本发明的各式电机均适用。参照图6及现有的一般直流电机还可做成极数更多的自换极式直流电机[永磁式或电磁式]。极数的选择一般应依据定子内径从小到大依次增多，使其经济性能良好。另外上述各式电机还可方便地改制成自换极式无槽电枢直流电机，该式电机其定子形状与有槽式相似，仅其定子铁心上无需开槽，因而其内腔表面为无槽平滑圆弧面，而电枢绕组则用环氧树脂浇成刚性的壳体，直接排布在定子铁心内腔表面并固定之[关于绕组的情况有现有技术可资利用]至于其转子和上述各转子相似，只不过一般做得细长一些，用以提高最大的转矩且减小机械时间常数。该无槽电机损耗小、效率高，过载能力强，力矩波动小，特别适用于各类自动化设备。下述各式电机亦可按上述办法改制。

下面详细描述本发明的几个实施例。

本类实施例按励磁方式可分为电磁式和永磁式两类。就其结构特点而言既可做成驱动用电动机，也可做成控制用电机两类。驱动与控制用电机其定、转子结构相似，仅某些设计指标的要求有所不同。下述各例除个别改进型外，其余均系小容量2极自换极式直流或交流电机，它们都具有前面叙述过的该类电机的特点及优点。当容量稍大时实施例所述电机的结构型式基本上不变，只需在各例电机转轴上装上风扇，用以进行冷却。

图7图8共同表示本发明的实施例之一。其中图7是沿图8A-A线的全剖视图[主视]。图8是沿图7B-B线的全剖视图[右视]。

图9、10、11共同表示实施例之二。其中图9是沿图10A-A线的全剖视图[主视]，图10是沿图9B-B线的全剖视图[左视]，图11是沿图9C-C线的全剖视图[左视]，图12、13、14共同表示该实施例的改进型，其中图12是该实施例改进型的转子。图13为改进型左端横截面[左视]示意图，图14为右端横截面[左视]示意图，图15为另一改进型之转子及励磁线圈结构图。

图16图17共同表示实施例之三。其中图16是沿图17A-A线的全剖视图[主视]，图17是沿图16B-B线的全剖视图[左视]。

图18表示实施例之四，该图形乃系该例电机与轴向成垂直的全剖视图。

图19表示实施例之五，该图形乃系该例电机与轴向成垂直的全剖视图。

图20表示本发明电机的其中一种转子结构。

图21图22共同表示本发明电机的一种拼装式转子磁心，其中图21为主视图，图22为左视图。

图 23 图 24 共同表示本发明的一种层移式转子铁心。其中图 23 为主视图, 图 24 为沿图 23A-A 的全剖视图 [左视]。

图 25、26、27 分别表示本发明电机星形转子铁心的几种齿部变化。

图 7 图 8 共同表示实施例之一, 一种 2 极自换极式瓦片形永磁直流电动机 [或发电机]。

图中 [4] 为导磁体机壳。[9] 为 6 齿星形转子铁心, 系由硅钢冲片迭成; 再将其紧固在非导磁转轴 [1] 上, 即构成该电机转子。[2] 为轴承。[3] 为端盖, 均系支撑结构件。[6] 为环形绝缘片。[7] 为上弧片形定子铁心, 它系由硅钢片冲成带有齿槽的弧片形冲片后迭成。还有一下弧片形定子铁心, 它和上弧片形定子铁心形状完全相同。由铝或铜制嵌件 [10] 将该上、下铁心在其相互对应的端面处进行分隔并定位 [该嵌件亦能增加散热能力]。[8] 为瓦片形励磁磁钢, 宜采用高矫顽力永磁材料。[5] 为电枢线圈, 共 4 个, 各线圈上、下边分别嵌入上、下定子铁心各相对应的槽内, 各线圈布置和连接成前面已述的单层同心式链式绕组之形式。从图可见, 该电机磁钢的弧长有较大的选择范围, 这对集中磁通, 提高其气隙磁密极为有利, 同时该电机的磁路系统在负载时使交轴电枢反映磁通不经过磁钢, 基本上不影响磁钢的工作点, 使磁钢的利用率高。

图 9、10、11 共同表示实施例之二, 一种 2 极自换极三段式永磁直流电动机 [或发电机]。

图中 [2] 为轴承。[3] 为端盖。[4] 为导磁体机壳。[5] 为环形绝缘片。[6] 为左段定子铁心。该电机定子铁心沿轴向被定位环 [8] 分隔成三段, 其左、右段定子铁心形状完全相同, 方位布置

亦相同，厚度相等，中段定子铁心形状和左或右段定子铁心完全相同，厚度为左或右段定子铁心的2倍，但在机壳内的方位布置却不同，如先将左、右段定子铁心在机壳内左、右端定位并固定，即使该定子铁心小内径半圆部分〔短弧面〕处于该电机上方、大内径半圆部分〔长弧面〕处于该电机下方；之后再将中段定子铁心在机壳内中部按左〔右〕段定子铁心方位定位，再沿某一方向旋转180°后固定即成；此时中段定子铁心大内径半圆部分处于该电机上方，而小内径半圆部分处于该电机下方，各段定子铁心均由带有齿槽的近似环形硅钢冲片迭成。〔7〕为电枢线圈：共5个，各线圈的两个有效边均较长，每一有效边是沿轴向从左至右嵌入左、中、右段定子铁心呈轴向对应的槽内的；从图可见，处于铁心正中的1个线圈就是如此嵌入各段定子铁心的，而对称地处于铁心两侧，沿一圆周方向布置的其他4个线圈也是如此嵌入的，图中省略未画。〔9〕为环形励磁磁钢，宜采用高矫顽力，高剩余磁密的永磁材料。〔10〕为导磁环。〔11〕为整体式星形转子右铁心。该电机转子铁心由磁钢、导磁环分隔成左、中、右三段。上述各件均紧固在非导磁转轴〔1〕上，构成本电机转子。该转子应按其各段铁心与相应段定子铁心呈一一对应状安装在电机上。该电机左、右段定、转子之间其下部气隙磁密极微〔其转子处于下方的齿部无磁性〕，上部气隙磁密大〔处于上方的转子齿始终呈S极性〕，中段则相反〔该处处于上方的转子齿部基本无磁性，而处于下方的转子齿始终呈N极性〕。基于此，该电机在电枢绕组通入直流电流后，才能带着负载定向旋转〔后面所述二或三段式其原理相似〕。该电机定、转子分三段布置能使其运行平稳，减少机械损耗、该电机抗

去磁能力强，磁钢利用率高。

上述结构型式适宜于做成小容量的永磁直流电机，当容量较大时其结构应作适当变动，宜采用多极式。图12、13、14共同表示的结构就是多极式之一——一种4极二段式自换极永磁直流电动机，也即本实施例之二的改进型。其它多极式照其类推即可。图13、14分别表示在该电机[沿轴向]左端部和右端部的两个横截面示意图，都系同一投影面上的剖视图[如均为左视图且画成结构示意图的形式]。该电机定子铁心沿轴向分成左、右2段，其左段定子铁心[2]和右段定子铁心形状完全相同，均是由带有齿槽的近似环形硅钢冲片迭成，但在导磁体机壳[1]内的方位却安装得不同，这从图示可见。该电机定子铁心同三段式一样均是用定位环将其沿轴向相互隔离成左、右两段的。然后再压装在机壳的内腔表面上。[3]为电枢绕组，共数个，按单层[也可双层]同心式链式绕组方式布置和连接。图中箭头尖、尾表示嵌入铁心槽内的线圈有效边上的电流流动方向，各线圈每一有效边均是沿轴向嵌入左、右段定子铁心呈轴向对应的槽内的[与三段式相似]。[4]为转子，该转子结构见图12中[2]和[5]分别表示左、右段星形转子铁心[整体式]，[3]为环形励磁磁钢，宜采用高矫顽力和高剩余磁密的永磁材料。[4]为导磁环，它们紧固在非导磁转轴[1]上。该电机装好后，其定、转子左、右段铁心应一一对正。另外该电机左、右段转子铁心也可采用图20所示铁心，它由硅钢片冲制成星形冲片之后迭成，该星形铁心[2]内孔较大，两段转子铁心之间仍用环形磁钢及导磁环分隔且均压装在各自磁轭[3]上。而磁轭[3]是紧固在非导磁转轴[1]上的。采用该转子结构，铁耗小。该改进型工作原理同未改进型三段式相同，容量较大时选择二段多

极式较三段式经济性能要好些。

将上述结构型式的多极式直流电机变型为同极的电磁式直流电机也很容易，后者的定子结构与前者基本相同，而各电枢线圈则均增为前者的2倍，而其有效边则较前者短，各电枢线圈各自独立地嵌入左段或右段定子铁心槽内，左、右两段定子铁心上的电枢绕组之线圈的布置和连接方式两者完全相同。如4极二段电磁式电机，其定子左、右段情况分别与图13、14所示相同，但左、右两段是各自独立的，不同于永磁式那样有同一线圈边嵌入左、右段定子铁心呈轴向对应的槽内，而使两者连贯在一起。该左、右定子铁心呈轴向隔离，间距要较永磁式的大。图15表示该电机转子及励磁线圈结构图，其中[1]为硅钢冲片迭成的转子铁心，分左、右两段压装在同一转子磁轭[2]上，磁轭[2]又紧固在非导磁转轴[3]上。该电机装好后其左、右段定、转子铁心沿轴向应一一对正。[4]为一绕成环形的直流或交流励磁线圈，该线圈按图示方向通入直流[也可为交流]电流后就能在部分定、转子之间形成气隙磁通，该电机左、右段定子的电枢绕组采用单层同心式链式绕组形式。其励磁线圈和电枢绕组的连接方式与现有的一般电磁式直流电动机相同。另外将该电机的励磁线圈与电枢绕组正向串联，且外接单向交流电源，即成单相交流电动机。

图16、17共同表示实施例之三。一种2极自换极三段式永磁转子直流电机。

图中[2]为轴承。[3]为端盖。[4]为非导磁体机壳。[5]为中段弧片形定子铁心，该铁心由带有齿槽的硅钢冲片迭成[或无槽弧片形硅钢冲片迭成也行，而电枢线圈则直接绕在该迭片铁

心上]。[8]为右段弧片形定子铁心，还有一左段定子铁心。该三段定子铁心其冲片形状完全相同，但如图所示，其排布是不同的，即中段定子铁心和左、右段定子铁心分别安装在该电机上方和下方[也可为下方和上方]。且中段定子铁心其选厚为左[右]段定子铁心的2倍。该三段定子铁心通过导磁柱[13]紧固连成一体。[6]为一有效边穿过铁心槽内而直接绕在铁心上的电枢线圈[线圈(9)亦同]，共9个线圈均绕有相同匝数[处于通过铁心中间槽内的线圈匝数也可比其两旁的线圈匝数多]，各线圈以正向串联方式连接。该电机转子铁心亦沿轴向分成三段，各段转子铁心间由导磁环[7]相隔离。转子装好后，其左、中、右各段应与定子左、中、右各段一一对正。[10]为软铁极靴[也可不用]。[11]为条形励磁磁钢[该磁钢在左右段转子铁心中的极性排布与中段是相反的，即N极面面对其磁轭，S极面面对其极靴]。[12]为转子磁轭，上述[10]、[11]、[12]各件如图示拼装为本电机所称转子铁心，且紧固在非导磁转轴[1]上。该铁心和定子铁心一样，其中段厚度为左、右段厚度的2倍。在此需对实施例中的二段及三段式电机的工作原理及自换极含义作一补充说明。

现以图9、10、11共同表示的实施例之二，三段式永磁直流电机为例。

前面已述该电机转子分为左、中、右三段。设该转子左段与中段初始态分别如图10与图11所示，给该电机通入直流电流后，转子即沿顺时针方向旋转，当左段转子齿A'由图10所示位置随着其转子转至图10所示齿B'的位置时，该齿A'的磁极极性即由S极变成无磁性[或基本无磁性]；同时与左段转子共轴的中段转子之齿A由图11所示位置随着其转子转至图11所示齿B的位置，该齿A

的磁极极性即由无磁性〔或基本无磁性〕变成N极；若将齿A'与齿A看作一整体齿的两个部分，即可视为该整体齿由S极变成N极，同理若将齿C'与齿C看作一整体齿的两个部分，该整体齿也可视为由N极变成S极。与此同时其它整体齿极性不变。因此也可以说前面所述的两个整体齿已完成了一个自换极过程，或者说广义的自换极过程。该例电机右段转子情况同左段，其它二段式电机工作原理与上述相同。在运行中均存在一个广义的自换极过程。至于实施例之三，其中段〔或左、右段〕转子中处于上〔或下〕方的转子齿转至处于下〔或上〕方时，虽然仍呈N〔或S〕极，但其电枢绕组通入直流电流后产生的磁势与之〔即下方齿或上方齿〕作用所产生的转矩甚微，所以处于上〔或下〕方的转子齿转至处于下〔或上〕方时看作由N〔或S〕极变成无磁性亦可。这样其整体齿在运行时亦能产生广义的自换极过程。如果将本发明二段及三段式电机之外的电机称为单段式，这样就可以概括地说本发明各类〔段式〕电机在运行中均存在一个自换极过程，因而均能定向旋转。

图18表示实施例之四，一种2极自换极电磁式直流电机。结构基本上和图7、8所示电机相同，只不过将永磁式改型为电磁式。图中〔1〕为非导磁体机壳，〔5〕为转子〔其结构与实施例之一转子同〕。〔2〕为凸极式定子铁心，由带有齿槽的硅钢冲片迭成〔若使安装励磁线圈方便，可采用分体拼装，详情参考现有电机即可〕。其上、下半部呈对称状各开有4槽〔图中只画了处于上半部中间位置的两槽〕。〔3〕为励磁绕组。〔4〕为电枢线圈，共4个，构成一单层同心式链式绕组，它与励磁绕组的连接方式与一般直流电机同，如果连接成串励式，亦能做成单相交流串励电动机，如果在励磁

绕组的出线端串上增加的适当匝数，便可构成一交直流两用电动机。本例及所述各例，本发明的电磁式直流与交流电动机结构上均无甚差别。但设计指标的要求有所不同[本发明各类电动机与发电机亦同]。

图 19 表示实施例之五，它是图 7、8 所示电机的一种变型。即将瓦片形磁钢改换为条形磁钢，其安装位置亦有变动。图中 [1] 为非导磁体机壳。[2] 为上弧片形定子铁心，还有与之呈水平对称排布的下弧片形定子铁心，两者形状完全相同，均由带有槽形的硅钢冲片迭成；该上、下铁心槽内共嵌有 4 个电枢线圈 [3] [图中只画了位于中部的 2 个线圈的上有效边]，布置和连接成单层同心式链式绕组。[4] 为条形励磁磁钢，宜采用高剩余磁密的水磁材料。[5] 为转子，其结构型式与实施例之一电机转子同。

图 20 所示星形转子之情况前面已述。

图 21、22 共同表示一种由磁性材料压制而成的拼装式转子磁心，由两个相同的该磁心呈垂直状拼装好之后，再紧固在一非导磁转轴上，即构成一个 4 齿星形转子。其结构简单，牢固可靠，节省工时，生产率高，宜于大批生产，适用于微型电机。

图 23、24 共同表示一种分层移位式星形转子铁心，它由若干条形硅钢冲片齐整的迭成后，再将其处于中间层次的迭片 [如总迭片之半] 均同向旋转 90° 后固定而成。当然也可采用若干片为一迭，逐迭旋移一角度后，再固定而成。该结构简单，运行时气隙磁阻变化小。

图 25、26 所示为转子铁心齿部的两种改进，前者为 T 形齿，后者为倒梯形齿，用之亦可使电机运行时气隙磁阻变化小。

图 27 所示为转子铁心齿部的又一种变形，采用该梯形齿有集

中磁通的作用，能提高气隙磁密。

本说明书最后就前面已述的单段、二段与三段多极〔含2和4极〕式电机之结构型式再作一概述。

其一，本发明单段多极式电机的定子结构型式有下述几种。

型式①，其定子铁心由偶数〔与极数相等，下同〕个形状完全相同的弧片形〔或称瓦片形，也可以是近似弧片形下同〕〔定子〕铁心组成。该类铁心系沿一园周而两两以其端面相对应且相应的两端面间以相分离之状来排布，且均紧固在非导磁机壳内腔〔表面〕上；在各相分离处均填装着励磁磁钢，该类磁钢均以极面对应与之紧贴的铁心之端面；各磁钢的极性排布沿顺〔反〕时针方向看，若以某块磁钢的极性排布定为正向，且为起点，则下一块磁钢的极性排布是与之相反的，再下一块则与之相同为正向，接下的则又为反向；如此类推。

型式②，其定子铁心由偶数个形状完全相同的弧片形〔定子〕铁心组成。该类铁心均系沿一园周而两两以其端面相对应且相对应的两端面间以相分离之状来排布，且各弧片形铁心紧贴〔固〕在各自的励磁磁钢的极面上，而各励磁磁钢另一极面均紧贴〔固〕在导磁体机壳内腔上，各磁钢之极面〔或极面之切平面〕均垂直于同一园周之半径，相邻弧片形铁心上的磁钢的极性排布是相反的〔以园心为起点，沿着半径向外看〕。

型式③，其定子铁心由偶数个形状完全相同的凸极式弧片形〔即带极身的弧片形〕〔定子〕铁心组成。该类铁心系沿一园周而两两以其端面相对应且相对应的端面间以相分离之状来排布，且各铁心以其极身之弧形〔或其他形状〕端面紧贴〔固〕在导磁体机壳之

内腔上[当该凸极式弧片形铁心与园环形磁轭做为一体时称凸极式定子铁心,可采用非导磁机壳],而安装[或绕]在相邻铁心极身上的励磁线圈所产生的磁极极性应是相反的[以园心为起点沿着半径向外看]。

通电后上述各式定子结构其相邻弧片形铁心之槽内嵌放[或排布在弧片形铁心之平滑内弧面上]的电枢线圈有效边上流过的电流之方向应是相反的。上述各定子其他情况前面已述,但其弧片形铁心也可做成整体式的[非迭片式]。

上述各结构之电机其星形[或称齿轮状]转子结构在前面已述的单段式电机中已作说明。

其二,二段或三段多极式电机之定子结构为:型式①,其定子铁心沿轴向被分成二段或三段,且各段定子铁心之间是相分离[隔]的,它们均紧固在导磁体机壳内腔上。当分成二段时,其左、右两段铁心厚度相等[也可不等]。分成三段时其左、右两段铁心厚度相等,中段铁心则为左或右段铁心厚度的2倍[也可左、中、右三段各不相等]。各段铁心的形状完全相同,均为近似环形[有一例外,此前已叙称型式②]。该环形之内孔由不同半径对应之弧面连贯而成。即组成该内孔的某一段弧面其对应的半径[或平均半径]较长[称长弧面],则顺一圆周方向与之衔接的相邻段弧面其对应的半径[或平均半径]较短[称短弧面],即各段弧面是按长——短——长——短……之变化规律排布且衔接的。各长弧面的弧长均相等,各短弧面的弧长亦相等,而其极数则等于2倍于长弧面的个数或者2倍于短弧面的个数。对于二段式,其左段定子铁心上之长[短]弧面与右段定子铁心上的短[长]弧面

呈轴向对应。对于三段式则中段定子铁心上的长[短]弧面与左、右两段定子铁心上之短[长]弧面呈轴向对应。

通电后，嵌放在长弧面所在部分铁心槽内[或排布在无槽铁心平滑长弧面上]的电枢线圈有效边上与嵌放在短弧面所在部分的铁心槽内[或排布在无槽铁心平滑短弧面上]的有效边上流过的电流之方向应相反。

上述定子结构的其它情况前面已作过叙述，但其各段定子铁心可做成整体式的[非迭片式]。

上述结构之电机，其星形转子结构及励磁方式前面已作过详述。但二段式电机，其左、右二段定子铁心之厚度不相等时，其沿轴向被分成二段的转子铁心之左、右两段厚度亦不相等，且和定子铁心相应段应沿轴向——对正。对于三段式电机，其左、中、右三段定子铁心之厚度不相等时，其沿轴向被分三段的转子铁心之左、中、右三段亦不相等，且和定子铁心相应段应沿轴向——对正。

说明书附图

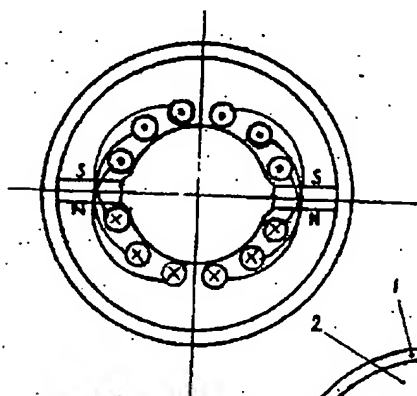


图 2

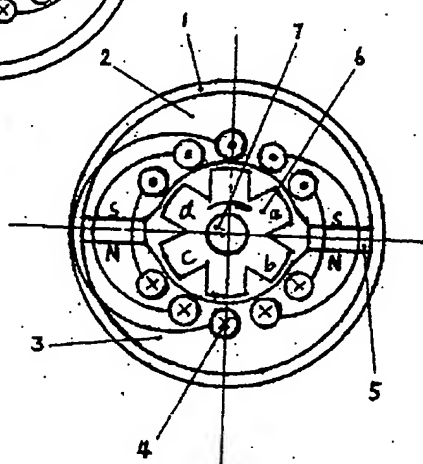


图 1

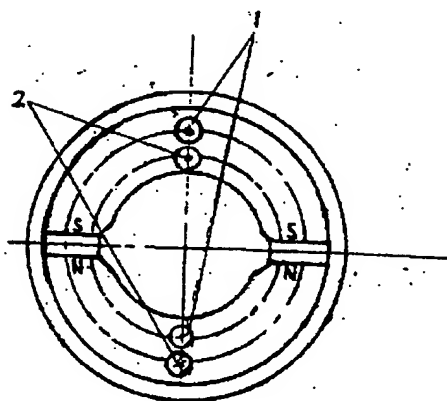


图 3

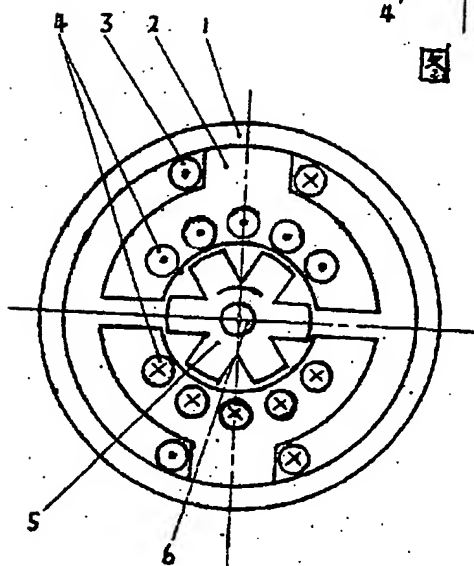


图 4

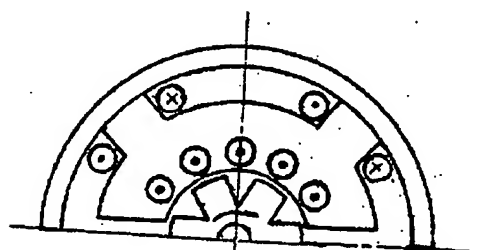


图 5

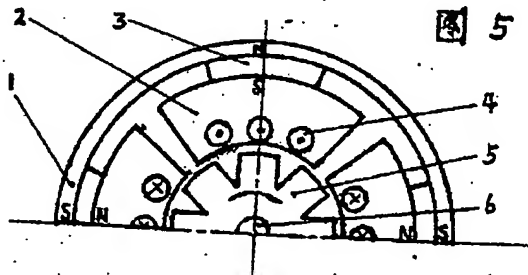


图 6

-1-

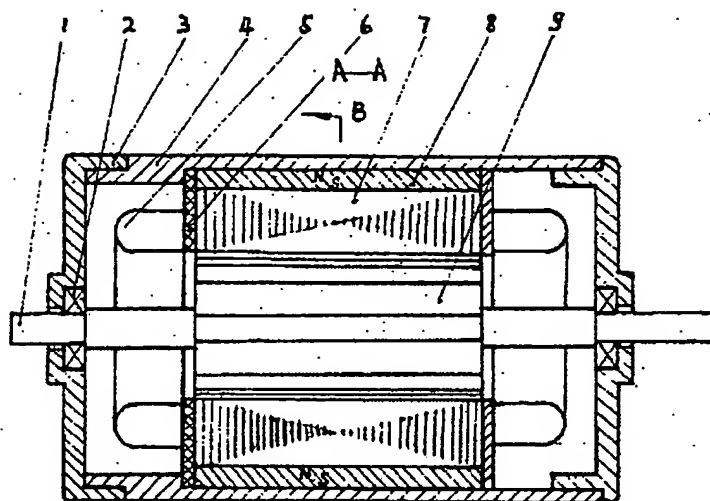


图 7

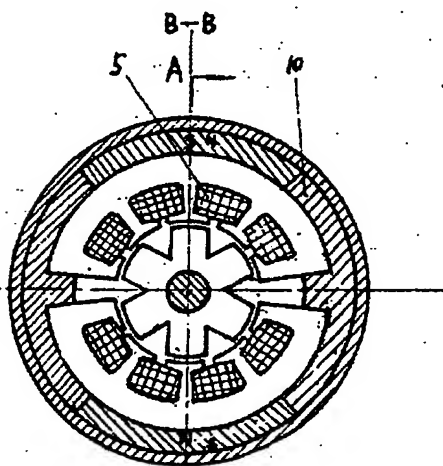


图 8

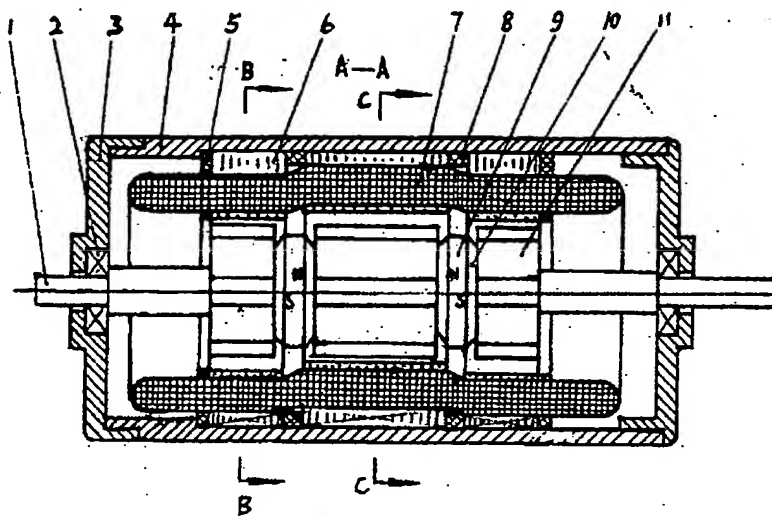


图 9

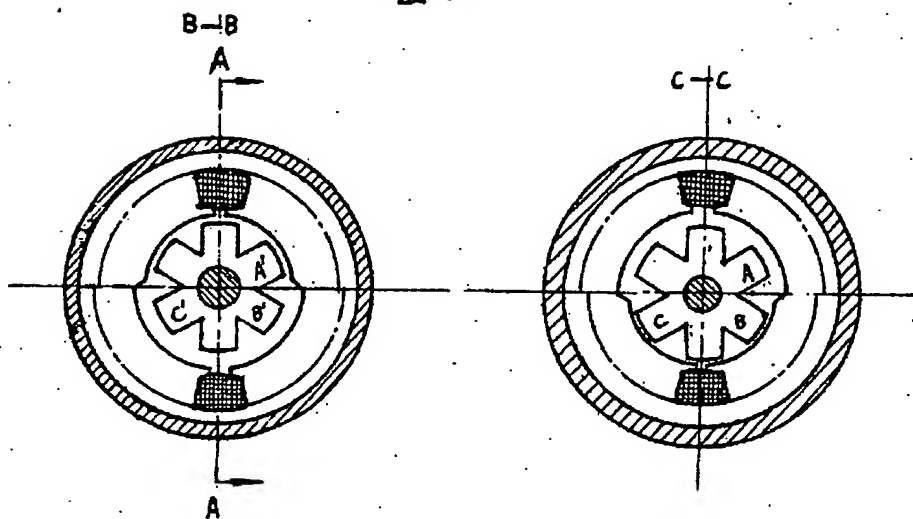


图 10

图 11

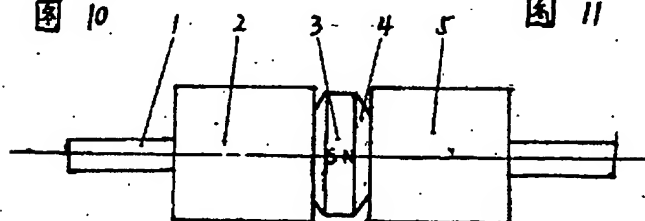


图 12

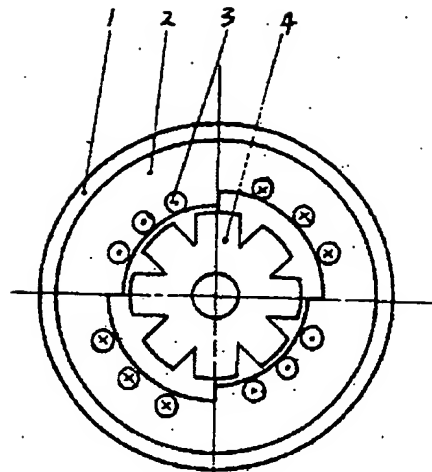


图 13

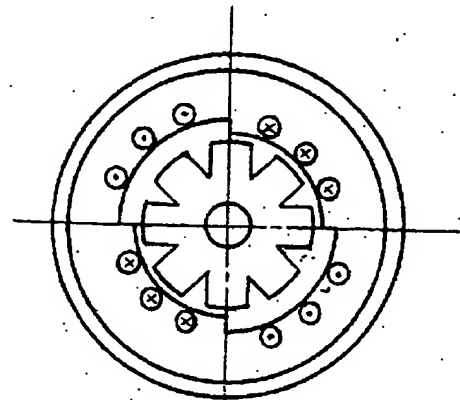


图 14

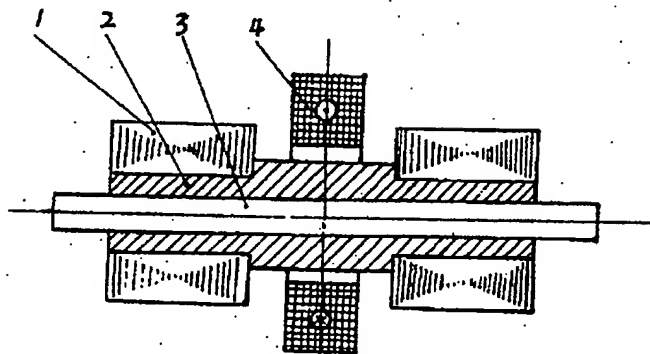
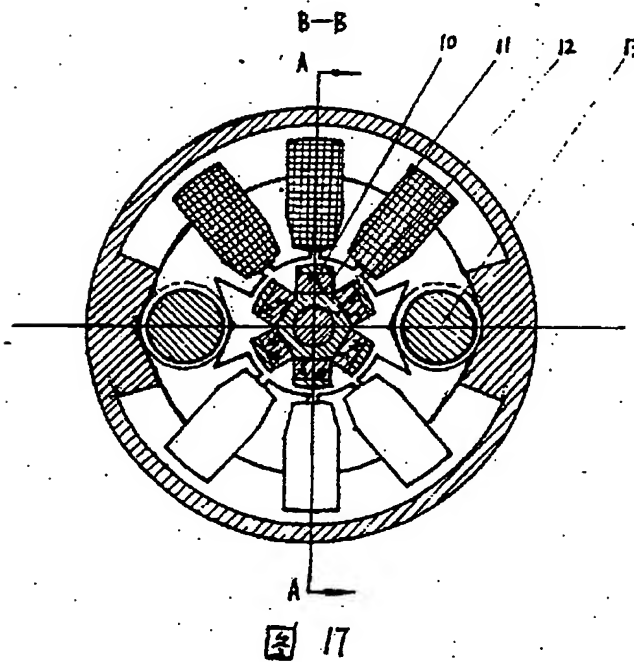
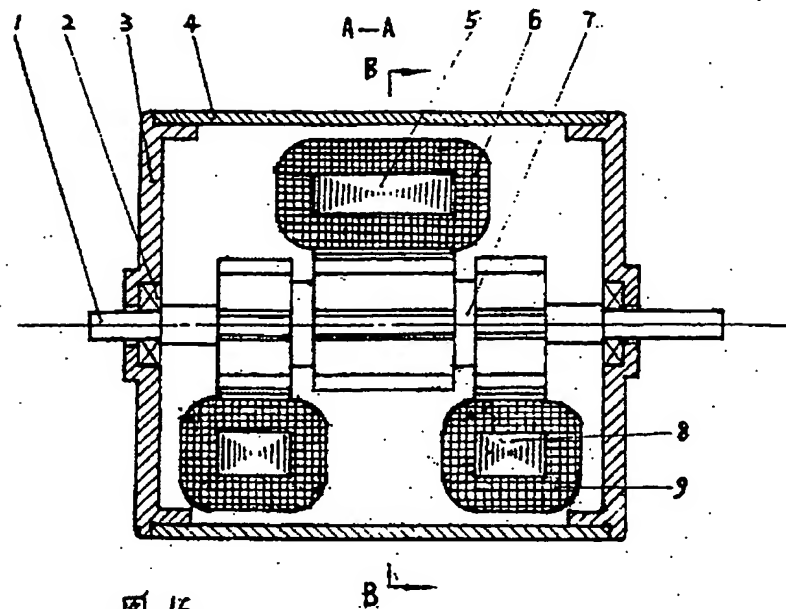
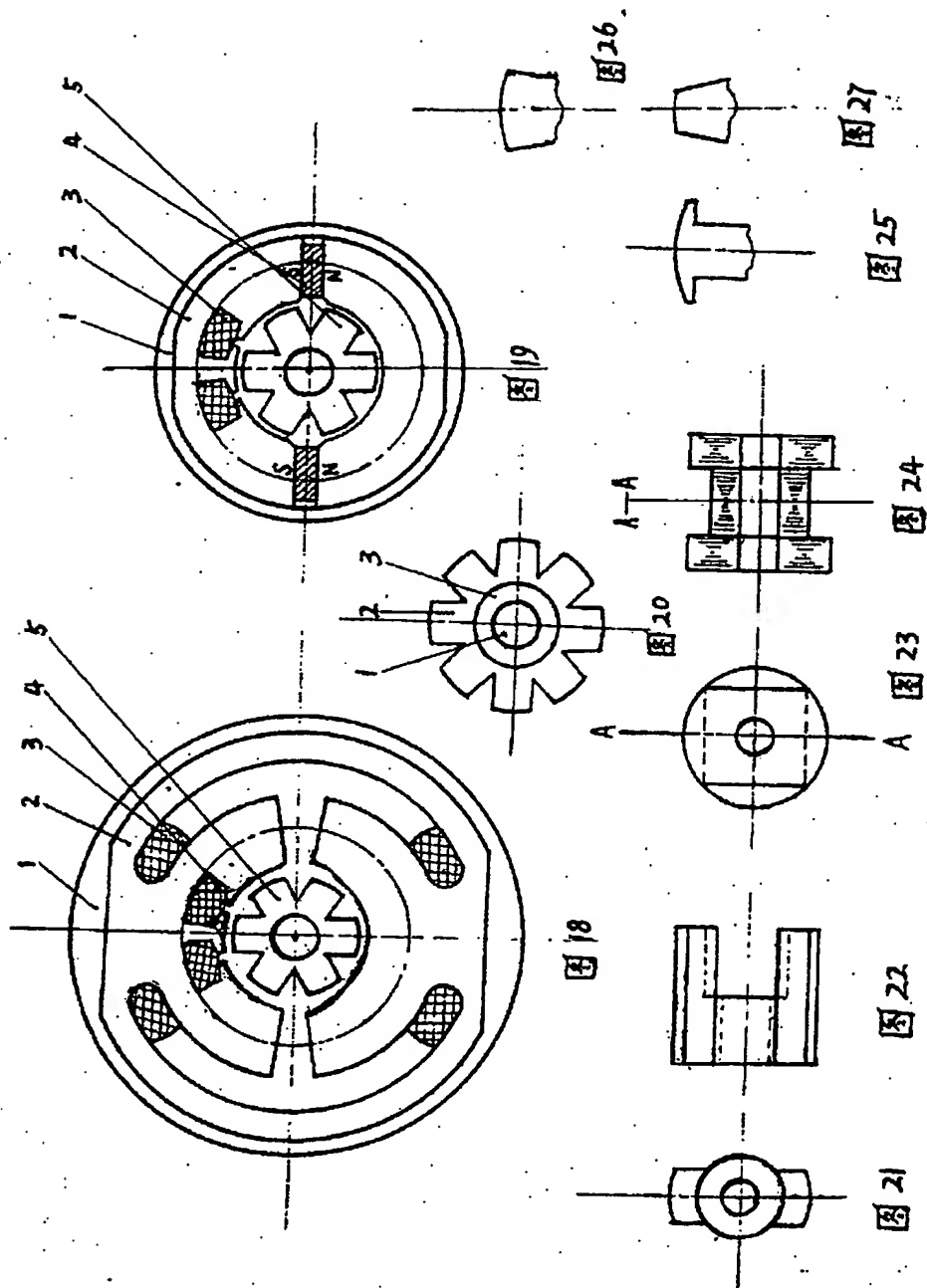


图 15





This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**